Aus der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen
an der Universität Breslau – Direktor: Professor Dr. H. Vogt
und aus der inneren Abteilung des Städt. Wenzel-Hancke-
Krankenhauses – Leitender Arzt: Dr. W. Steinbrinck

Die abführende Glaubersalz – und Kochsalzwirkung bei Mineralwassertrinkkuren

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Hohen Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Carl - Heinz Loth
aus Weißstein i. Schles.

Breslau 1941
Druck: Hochschulverlag Karl Vater, Breslau 5, Siebenhufener Straße 11-15

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät der Universität Breslau.
Referent: Prof. Dr. Vogt.
Dekan: Prof. Dr. Gottron.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Wenn wir mit Mineralwasserkuren fast stets eine unspezifische allgemeine Umstimmung der Reaktionslage des Körpers anstreben, haben wir daneben aber doch auch oft spezifische organotrope Wirkungen im Auge. Hierher gehört die Beeinflussung des Darms durch abführende Mineralwässer. Als solche stehen uns Glaubersalz- und Bitterwässer und Kochsalzwässer wie verschiedene Uebergangsformen zwischen diesen Haupttypen zur Verfügung.

Glaubersalz ist in seiner Wirkung auf den Darm schon weitgehend untersucht worden. Die ersten Untersuchungen über die Glaubersalzwirkung sind von Buchheim und Wagner angestellt worden. Sie fanden hierbei, daß die Wirkung vom Darmlumen her erfolgt. Die Tatsache wird dadurch erklärt, daß das Glaubersalz infolge seiner schweren Resorbierbarkeit die Fähigkeit besitzt, sehr lange sein Lösungswasser im Darm festzuhalten. Durch die dadurch bedingte stärkere Verflüssigung des Darminhaltes tritt auch eine bedeutende Volumensvermehrung desselben ein. Nach Best wird nun durch den vermehrten Füllungszustand des Darmes ein peristaltischer Dehnungsreflex, durch den eine über den gesamten Darmkanal ablaufende peristaltische Welle hervorgerufen wird, ausgelöst.

Die Wirkung des Glaubersalzes ist somit eine indirekte. Eine direkte Wirkung des Glaubersalzes auf das Nervensystem des Darmkanales über die Blutbahn kommt nach Untersuchungen von Th. Frankl nicht in Frage. Er fand bei Injektion von Glaubersalzlösungen in die Blutbahn von Kaninchen keinerlei Wirkung auf den Darm. Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch Baur, Rademaeker und Sollmann. Nach ihren Untersuchungen ließ sich keine direkte Einwirkung des Glaubersalzes auf die Darmwand, sei es von der Blutbahn oder vom Darmlumen aus nachweisen.

Dagegen soll nach Löb, wie auch Wallace und Cushny festgestellt haben, bei größeren Gaben von Glaubersalz die Erregbarkeit der Nerven und Muskulatur des Darmes gesteigert werden. Allerdings dürfte dieser Reiz zu gering sein, um eine Abführwirkung hervorzurufen. Hierbei möchte ich auch noch erwähnen, daß der bei Verabreichung von Sulfaten entstehende Schwefelwasserstoff die Peristaltik des Darmes anregen kann (v. Bokai). Die Menge des Schwefelwasserstoffes ist aber bei den üblichen Gaben von Glaubersalz zu gering, wie W. Zörkendörfer nachgewiesen hat, um eine brauchbare Abführwirkung zu erzielen.

Die Hauptwirkung des Glaubersalzes auf den Darm ist also nach Buchheim eine rein osmotische.

Welches Salz sich nun am besten zur Erzielung einer Abführwirkung eignet, hängt von seinem physikalisch-chemischen Verhalten ab. In der Hofmeister'schen Reihe,

$$- Cl > Br > No_3 > SO_4 > PO_4 -$$

die die Diffusionsgeschwindigkeit der einzelnen Anionen zueinander angibt, steht das Chlor-Ion an erster, das Sulfat-Ion an vorletzter Stelle. Diese Feststellung ist deshalb wichtig, weil die Wirkung des Glaubersalzes und Kochsalzes auf der Anwesenheit der Sulfat- und Chlor-Ionen beruht. Aus der Diffusionsgeschwindigkeit ergibt sich natürlich die Resorptionsgeschwindigkeit. Je langsamer die Diffusionsgeschwindigkeit ist, desto langsamer wird auch die Resorptionsgeschwindigkeit sein. Das Sulfat-Ion wird also bedeutend langsamer als das Chlor-Ion im Darm resorbiert werden. Infolge dieser Resorptionsbehinderung vermag natürlich das Sulfat-Ion auf osmotischem Wege sein Lösungswasser viel länger festzuhalten, als das Chlor-Ion. Zum Beweis dafür führte Höber 100 ccm einer annähernd isotonischen Kochsalz- oder Glaubersalzlösung abwechselnd in eine isolierte Darmschlinge ein und stellte nach einer bestimmten Resorptionsdauer die rückständige Lösung fest.

Folgende Tabelle nach Höber zeigt eine deutliche Resorptionsverzögerung des Sulfat-Ion im Vergleich zum Chlor-Ion.

Lösung	Eingeführte Lösung		Sesorptions-dauer	Rückständige Lösung	
	ccm	Δ	Min.	ccm	Δ
NaCl	100	0,609	30	33,5	0,621
NaCl	100	0,609	35	17,5	0,721
Na_2SO_4	100	0,582	35	96,0	0,618
Na_2SO_4	100	0,582	70	90,5	0,684
NaCl	100	0,677	35	45,5	0,615
Na_2SO_4	100	0,670	35	104,0	0,628

Wenn das Sulfat-Ion auch schwer resorbierbar ist, so wird es dennoch im Darm resorbiert. Um die Resorption einer Salzlösung im Darm zu ermöglichen, versucht der Körper diese auf die Isotonie des Darmes einzustellen. Hay stellte in zahlreichen Versuchen fest, daß anisotonische Lösungen im Darm der Isotonie genähert und in dieser Konzentration dann ausgeschieden werden. Der Körper versucht also nach Möglichkeit die Isotonie im Darm aufrechtzuerhalten. So wird also beim Einströmen einer hypertonischen Kochsalzlösung in den Darm nicht nur das Lösungswasser durch die Anwesenheit der Chlor-Ionen eine gewisse Zeit an der Resorption behindert werden, sondern es wird sogar darüber hinaus vom Körper Flüssigkeit in den Darm einströmen, um die gestörte Isotonie wieder herzustellen. Dadurch kann es wiederum zu einem vermehrten Füllungszustand kommen, der, wie schon oben erwähnt, einen peristaltischen Dehnungsreflex auslöst.

Wie steht es nun aber mit dem Kochsalz? Wie oben ausgeführt wurde, ist dieses wesentlich leichter resorbierbar, als das Glaubersalz. Dennoch sind zahlreiche Kochsalzquellen als abführende Wässer bekannt. Da nun auch weder dem Na, noch dem Cl ein spezifischer Einfluß auf die Darmmotilität zugeschrieben werden kann, zumal sich beide sehr reichlich schon physiologisch in den Körpersäften finden, müssen wir auch für das NaCl den gleichen Wirkungsmechanismus annehmen, wie für das Na_2SO_4, auch das NaCl müßte also die Resorption des Lösungswassers auf osmotischem Wege verzögern. Einer solchen Annahme

steht nichts entgegen. Denn wenn das Cl wohl nicht viel vorher resorbiert wird, als das SO_4, ist doch auch hierzu eine gewisse Zeit erforderlich, welche bei genügender Dosis ausreichen kann, das Wasser durch den ganzen Darm zu befördern.

Bei einer solchen Resorptionsbehinderung des Chlor-Ion muß also auch eine Kochsalzlösung in tiefere Darmabschnitte gelangen können. So konnte Best an Hunden, bei denen er Darmfisteln in verschiedenen Höhen angelegt hatte, physiologische Kochsalzlösung im unteren Drittel des Dünndarmes und sogar teilweise im Colon wiedergewinnen, während reines Wasser im oberen Drittel des Dünndarmes schon vollkommen resorbiert wurde.

Borodenko bewies an isolierten Darmschlingen, daß hypertonische Kochsalzlösungen Peristaltik anregend wirken können. Und zwar fand er bei Verwendung von Salzschlirfer Bonifatiusbrunnen im Darm eine stärkere Strömungsgeschwindigkeit als bei Verwendung von reinem Wasser. Die Strömungsgeschwindigkeit wurde durch die Fortbewegung einer an einem Faden hängenden Bleikugel gemessen, wie folgende Tabelle nach Borodenko zeigt.

Zeit in Min.	Fortbewegung der Bleikugel in Fadenzentimetern.							
	18		18		37		40	
	Wasser	Quelle	Wasser	Quelle	Wasser	Quelle	Wasser	Quelle
5	1,3	1,5	1,0	1,2	1,5	2,0	2,0	2,1
10	3,0	3,0	2,0	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5
15	7,0	7,5	3,3	6,5	8,0	7,5	10,0	11,0
20	8,3	9,0	7,3	9,2	10,3	12,5	12,0	14,0

Aus den oben erwähnten Tatsachen muß es also möglich sein, auch mit Kochsalz eine Abführwirkung im Sinne der Buchheim'schen Theorie zu erzielen. Es kommt nur darauf an, genügend hohe Dosen anzuwenden oder die Resorption des Kochsalzes möglichst lange hinauszuschieben.

Damit komme ich zur kombinierten Anwendung von Kochsalz und Glaubersalz, welche gerade in der Mineralwassertherapie eine große Rolle spielt. Denn natürliche Wässer sind ja niemals reine Lösungen, sondern enthalten

stets Nebenbestandteile. So finden wir in zahlreichen abführenden Kochsalzwässern nebenher noch einen restlichen Sulfatgehalt (Kissingen, Mergentheim usw.). Hier erhebt sich die Frage, auf welchem der beiden Bestandteile die Abführwirkung hauptsächlich beruht und ob auch den anderen hierbei noch eine Bedeutung zukommt. Da das Sulfat-Ion in dieser Hinsicht das wirksamere ist, wird es besonders interessieren, ob bei den Kochsalzquellen mit geringem Sulfatgehalt diesem ein Anteil bei der Wirkung zuzuschreiben ist.

Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir zunächst die Schwellendosis für beide Salze bestimmen. Weiter kann uns auch die Untersuchung des Stuhls Aufschluß geben, wenn wir hier die Salze feststellen, durch welche das Wasser der Ausscheidungen osmotisch gebunden ist.

Ich habe mir daher die Aufgabe gestellt:

1. die Schwellendosis für NaCl zu ermitteln, die notwendig ist, um eine Abführwirkung zu erzielen;
2. bei der gleichen Versuchsperson auch die Schwellendosis für Na_2SO_4 zu ermitteln;
3. festzustellen, wie weit die beiden Salze sich gegenseitig ersetzen können und welche Bedeutung der Beimengung kleinerer Na_2SO_4-Mengen zu NaCl zukommt.
4. nachzuprüfen, wieviel Kochsalz und Glaubersalz im Stuhlgang wieder ausgeschieden wird.

Meine Versuche habe ich nun folgendermaßen durchgeführt:

Jede Versuchsperson bekam morgens nüchtern eine konstante Flüssigkeitsmenge — 500 ccm Wasser — zu trinken. Verändert wurde nur der Salzgehalt des Wassers. Nach eigenen Versuchen habe ich herausgefunden, daß man in dieser Menge Wasser jede Salzkonzentration, die ich zu meinen Versuchen brauchte, ohne wesentliche Beschwerden trinken konnte. Außerdem stand mir in den 500 ccm Wasser eine genügende Menge Lösungswasser zur Verfügung, um eine günstige Verflüssigung des Darminhaltes zu erzielen. Um eine kummulative Wirkung auszuschalten, wurden die Versuche bei jeder Versuchsperson nur in Abständen von drei Tagen vorgenommen. Verabreicht wurde Natrium Chloratum pro Analysi (Merk) und Natrium sulfuricum siccum.

Tabelle zur Ermittlung der Schwellendosis von Kochsalz.

Geformt: + Breiig: ++ Flüssig: +++

Versuchsperson	Na Cl gr.	Entleerung	Zeit Std.
A.	8	+	8
	8	+	6
	8	++	5½
	10	++	7
	10	++	9
B.	15	+++	3
	10	+++	8
	10	++	3
C.	8	++	5
	8	+++	8
	10	++	3
D.	10	+++	6
	10	++	9
	10	+++	2
	10	+	5
E.	10	++	4
	10	+++	2
	10	+	8
F.	15	+++	6
	15	+++	—
	10	++	6
G.	15	++	—
	15	++	—
H.	15	+++	1
	15	+++	1
	15	++	1½
I.	10	++	7
	10	+++	1½
	10	++	3¾
	4	+	10
	10	++	5

Wenn man berücksichtigt, daß bei allen Versuchspersonen eine geringe bis stärkere Neigung zur Obstitation bestand, so ist aus der Versuchsreihe klar ersichtlich, daß 10 gr NaCl die Schwellendosis ist, um eine genügende Abführwirkung zu erzielen.

Um nun die Schwellendosis für Glaubersalz zu ermitteln, bekamen die Versuchspersonen, die mir noch zur Verfügung standen, morgens nüchtern 500 ccm Wasser mit verschiedenen Mengen Natrium sulfuricum siccum verabreicht.

Tabelle zur Ermittlung der Schwellendosis für Glaubersalz.

Versuchsperson	$Na_2 SO_4$ gr.	Entleerung	Zeit Std.
A.	5	+	7½
	5	++	4
	5	++	4½
	5	++	6
	5	++	2
	5	++	3
	5	++	7
B.	5	+	8
	8	++	4
	8	+	5
	5	++	7
	5	++	9
C.	5	++	8
	5	+++	6
	5	+++	7
	5	+++	5½
E.	8	+++	6
	5	++	8
	8	++	5
	5	++	10
	8	+++	3
I.	5	+	6½
	8	++	1⅛
	5	++	4
	5	+	8
	8	+++	6

Aus dieser Versuchsreihe geht hervor, daß die Schwellendosis für Natrium sulfuricum, um die gleiche Abführwirkung wie mit Kochsalz zu erzielen, 5 gr. beträgt. Von NaCl sind also doppelt so hohe Dosen notwendig wie von Na_2SO_4.

Ob es nun möglich ist, das Sulfat-Ion durch das Chlor-Ion zu ersetzen, ist aus folgenden Versuchen ersichtlich. Hierbei habe ich die ermittelten Schwellendosen für Glaubersalz und Kochsalz benutzt und unterschwellige Dosen von Natriumsulfat mit größeren Dosen NaCl kombiniert. Die verabreichten Salzmengen wurden ebenfalls wieder in 500 ccm Wasser gelöst gegeben.

Tabelle über die kombinierte Verabreichung von Glaubersalz und Kochsalz.

Versuchsperson	Na Cl gr.	Na_2SO_4 gr.	Entleerung	Zeit Std.
A.	8	—	+	5
	5	3	++	6
	5	3	++	2
	5	3	++	$2^3/_4$
	5	3	++	3
	5	3	+	6
E.	8	—	+	6
	—	8	++	5
	5	5	++	2
	5	5	++	4
	10	5	+++	6
	10	5	+++	7
C.	5	3	+	$10^1/_2$
	5	3	++	2
	5	3	+	$7^1/_2$
K.	—	5	+	1
	5	5	++	1
	10	5	+++	1
	5	3	+	—
L.	—	6	+++	—
	5	3	++	—

Versuchsperson	NaCl gr.	Na_2SO_4 gr.	Entleerung	Zeit Std.
M.	—	15	+++	—
	5	10	+++	—
	10	5	+++	—
N.	—	5	+	—
	—	8	+++	—
	3	5	+++	—
O.	—	5	+	—
	—	8	+++	—
	5	3	++	—
P.	—	5	+	—
	—	8	++	—
	5	3	++	—
W.	—	8	+	—
	15	—	+++	6
	10	5	+++	5
Z.	10	—	+++	2
	5	5	+++	5
Y.	15	—	+	10
	10	5	++	2
X.	—	8	+	1
	10	5	+++	2

Größere Dosen von NaCl können also die Schwellendosis für Natriumsulfat etwas herabdrücken. Umgekehrt ist es aber auch möglich, mit Hilfe des schwer resorbierbaren Sulfat-Ion die Schwellendosis für Kochsalz herabzudrücken.

Diese Tatsache ist für die Verordnung von Kochsalzquellen wichtig. Da für NaCl die Schwellendosis 10 gr beträgt, wir aber bei der Verordnung von Kochsalzquellen nicht mehr als 1 Liter als Einzeldosis verabreichen können, kämen nur hypertonische Wässer in Frage. Die salinischen Kochsalzquellen enthalten aber noch neben dem NaCl mehr oder weniger schwer resorbierbare Ionen, die also die Dosis erheblich herabdrücken können.

So fand ich bei Verabreichung der Melle-Trinkquelle, die einen Gehalt von 14,95 gr NaCl und 3,0415 gr Na_2SO_4 hat, und für den Salzschlirfer Bonifatiusbrunnen, der einen Gehalt von 12,9166 gr NaCl hat, folgende Werte:

Versuchsperson	Quelle	NaCl Dosis	Na_2SO_4 Dosis	Entleerung	Zeit Std.
M.	500 ccm Melle	7,47	1,52	+++	3
P.	500 „ Melle	7,47	1,52	+++	4
Ba.	500 „ Bonif.	6,455	—	+++	—

Diese Tabelle zeigt, daß trotz unterschwelliger Kochsalzdosen infolge Anwesenheit schwer resorbierbarer Ionen eine einwandfreie Abführwirkung erzielt werden konnte.

Um nun einen Anhaltspunkt zu haben, wieviel Glaubersalz und Kochsalz mit dem Stuhlgang wieder ausgeschieden wird, habe ich bei einer Anzahl breiiger und wässriger Stühle mit Hilfe der quantitativen Analyse die Menge des ausgeschiedenen NaCl und Na_2SO_4 bestimmt.

Der weitaus größere Teil der Salze wird, wie Wagner in seiner Arbeit nachgewiesen hat, resorbiert und durch die Nieren wieder ausgeschieden. Die Resorption der Sulfate findet nach Hay sowohl im Dünndarm als auch im Dickdarm statt. Um aber den vermehrten Wassergehalt der Fäces zu erklären, müßte, da es sich nach Buchheim um osmotisch gebundenes Wasser handelt, auch eine entsprechende Glaubersalz- und Kochsalzausscheidung stattfinden.

Die Bestimmung der Sulfate wurde wie folgt durchgeführt: Die durch Zentrifugieren des Stuhlganges gewonnene Flüssigkeit wurde mit Permanganat geklärt. Zwei ccm davon wurden mit einem Tropfen Methylrot und einem Tropfen HCl versetzt. Danach wurde ein ccm einer bekannten Benzidinlösung hinzugegeben. Das Benzidinsulfat wurde im heißen Wasserbad ausgefällt. Zur quantitativen Gewinnung des Benzidinsulfates wurde anschließend 20 Minuten zentrifugiert, die darüberstehende Flüssigkeit abgegossen, der Rückstand mit NaOH titriert. Es wurden nebeneinander mindestens zwei Bestimmungen durchgeführt und dann der Mittelwert errechnet.

Der quantitative Nachweis von NaCl wurde folgendermaßen ausgeführt:

2 ccm Zentrifugat wurden mit 1—2 Tropfen Salpetersäure und 2 ccm $AgNO_3$ versetzt und auf 25 ccm aufgefüllt. Davon wurden 10 ccm vorgelegt und mit einer bekannten Rhodanlösung titriert.

Tabelle über NaCl- und Na_2SO_4-Ausscheidung im Stuhl:

Versuchs-Person	Zufuhr NaCl gr.	Zufuhr Na_2SO_4 gr.	Entleerung Menge	Zeit Std.	mg.Aeq.Cl. in 1 ccm	mg.Aeq.SO_4 in 1 ccm
K.	10	5	362	3	0,1052	0,072
	5	3	189	2	0,0984	0,0087
	10	—	575	1	0,0812	—
M.	—	15	99	—	0,0227	0,2025
	5	10	450	—	0,0462	0,1025
	10	5	280	—	0,0179	0,145
	15	—	640	—	0,0823	0,0162
	—	10	470	—	0,0251	0,126
	500 ccm Melle		138	4	0,0793	0,0538
N.	—	8	160	—	0,0265	0,154
	3	5	197	—	0,0445	0,12
	5	3	160	—	0,0378	0,04
	10	—	215	—	0,0680	0,048
P.	—	8	207	—	0,0085	0,213
	—	—	125	—	0,0340	0,0937
	500 ccm Melle		182	2	0,0915	0,0487
	600 ccm Bonif.		150	—	0,0368	0,0063
	—	—	75	—	0,0109	0,0163
	—	—	295	—	0,0653	0,0369
	10	—	170	1	0,0746	0,00625
Ba.	—	10	97	—	0,0035	0,0835
	5	5	132	—	0,0303	0,0762
	10	—	60	1	0,0381	0,00875
	500 ccm Melle		170	3	0,285	0,06875
	„ „ „		150	3	0,278	0,075

Versuchs-Person	Zufuhr		Entleerung			
	NaCl gr.	Na_2SO_4 gr.	Menge	Zeit Std.	mg.Aeq.Cl. in 1 ccm	mg.Aeq.SO_4 in 1 ccm
Ki.	—	8	100	—	0,0387	0,178
	5	5	70	—	0,0014	0,0425
L.	—	10	105	2	0,0510	0,305
	6	6	150	3	0,0416	0,123
O.	—	8	157	—	0,0387	0,0635
	3	5	150	—	0,0292	0,1315
W.	3	10	185	6	0,06	0,062

Bei den Versuchen, bei denen nur Glaubersalz verabreicht wurde, findet man einmal eine größere Glaubersalzausscheidung, außerdem aber noch eine geringe Kochsalzausscheidung. Diese geringen Kochsalzmengen können, da die Patienten während dieser Zeit keine besondere Diät, sondern die übliche Krankenhauskost bekamen, zum Teil aus der Nahrung stammen. Da es sich aber immer um hypertonische Glaubersalzlösungen gehandelt hat, ist es, um die Isotonie im Darm wiederherzustellen, auch zu einer erhöhten Darmsaftsekretion gekommen, so daß zum anderen Teil, wie auch W. Zörkendörfer annimmt, die ausgeschiedene Kochsalzmenge auf die erhöhte Sekretion zurückzuführen ist.

Die bei diesen Versuchen ausgeschiedenen Glaubersalzmengen können, da nach W. Zörkendörfer für eine Glaubersalzlösung zur Isotonie 13,3 Millimol gleich 26,6 mg-Aequivalente in 100 ccm notwendig sind, die wässrigen Entleerungen nicht vollkommen erklären, da sie alle unter dieser Grenze liegen. Nur beim Versuch L ist, da eine Ausscheidung von 30 mg Aequivalente SO_4 stattgefunden hat, die Isotonie nicht nur erreicht, sondern sogar überschritten worden. Wenn es aber in den anderen Fällen trotzdem zu wässrigen Entleerungen gekommen ist, so kann dem Sulfat dennoch nicht die Wirkung hierfür abgesprochen werden. Hier spielt nach W. Zörkendörfer die kolloidale Bindung des Wassers an die Fäces eine große Rolle. Nogaki konnte, indem er einer isotonischen Glaubersalzlösung Gummi hinzusetzte, mit dieser Ver-

suchsanordnung nachweisen, daß mehr Sulfat als Wasser resorbiert wird. Daraus geht hervor, daß der Körper erst die Salzlösung, dann das kolloidal gebundene Wasser resorbiert. Dadurch ist es möglich, daß der mit Quellungswasser angereicherte Darminhalt in die unteren Darmabschnitte gelangen kann, wo wegen der beschleunigten Peristaltik nicht mehr genügend Zeit für die Resorption des Wassers vorhanden ist.

Da also ohne die Anwesenheit des schwer resorbierbaren Sulfat-Ion eine derartige Wasseranreicherung nicht möglich wäre, außerdem das vorhandene Quellungswasser viel besser resorbiert werden könnte, so kann man auch in diesen Fällen, in denen nicht genügend Sulfatmengen im Stuhlgang ausgeschieden wurden, aber trotzdem eine wässrige Entleerung erfolgt ist, die osmotische Wirkung des Sulfat-Ion dafür verantwortlich machen (W. Zörkendörfer).

Bei den Versuchen, bei denen nur Kochsalz verabreicht wurde, ist natürlich, da ja das Chlor-Ion im Verhältnis zum Sulfat-Ion der Resorption im Darm einen viel geringeren Widerstand entgegensetzt, auch eine bedeutend kleinere Menge Kochsalz wieder ausgeschieden worden. Da diese Kochsalzausscheidungen auch die Werte in den Fällen, in denen kein Kochsalz verabreicht wurde, übersteigen, so ist dies ein Beweis für die schon oben erwähnte Tatsache, daß auch für das Chlor-Ion eine gewisse Resorptionsverzögerung besteht.

Diese Resorptionsverzögerung macht es wiederum möglich, daß wie bei der Abführwirkung durch Glaubersalz, auf osmotischem Wege eine Volumensvermehrung durch Verflüssigung des Darminhaltes stattfindet. Da aber zur Erklärung der Isotonie ein Kochsalzgehalt von 0,95 % angesetzt werden muß, reichen die ausgeschiedenen Kochsalzmengen bei weitem nicht aus, um für die wässrigen Entleerungen allein verantwortlich gemacht zu werden.

Hier gilt das gleiche, was schon für die Erklärung der Abführwirkung bei den Fällen, bei denen die ausgeschiedene Sulfatmenge zu gering war, gesagt wurde. Auch bei Verabreichung von Kochsalz, besonders wenn es sich um hypertonische Lösungen handelt, nehme ich an, daß unter dem Schutz der Salzlösung eine bessere kolloidale

Wasserbindung für den Darminhalt möglich ist. Der nun in seinem Volumen vermehrte Darminhalt wird durch die beschleunigte Peristaltik, die durch den peristaltischen Dehnungsreflex ausgelöst worden ist, ohne wesentlichen Wasserverlust entleert. So sind also auch bei Kochsalz die wässrigen Entleerungen, obwohl die ausgeschiedenen NaCl-Mengen für die Bindung des Wassers nicht ausreichen, auf die osmotische Wirkung der Chlor-Ionen in den höheren Darmabschnitten zurückzuführen.

W. Zörkendörfer und R. Kolb haben, wie schon erwähnt, nachgewiesen, daß bei Anwesenheit von schwer resorbierbaren Ionen auch die Resorption der leicht resorbierbaren Ionen verzögert wird. Auch bei meinen Untersuchungen konnte ich feststellen, daß bei gleichzeitiger Verabreichung von Glaubersalz und Kochsalz, auch wenn es sich um unterschwellige NaCl-Dosen gehandelt hat, eine erhöhte Kochsalzausscheidung infolge Resorptionsverzögerung der Chlor-Ionen stattfand.

Beobachten wir bei diesen kombinierten Versuchen das Verhältnis von NaCl zu Na_2SO_4 einmal in der zugeführten Salzmenge, zum anderen in den Ausscheidungen, so finden wir, daß sich dieses Verhältnis im Stuhl mehrfach deutlich zugunsten des schwerer resorbierbaren Na_2SO_4 verschiebt, obwohl wir noch mit der Sekretion NaCl-haltigen Darmsaftes rechnen müssen. Hieran erkennen wir, daß auch bei solchen Kombinationen das SO_4 langsamer resorbiert wird, als das Cl. Besonders auch bei den Mineralwässern mit verhältnismäßig geringem Sulfatgehalt, wie hier dem Meller Brunnen tritt dies deutlich zu Tage. Während im Mineralwasser das Verhältnis von Na_2SO_4 zu NaCl etwa 1 zu 5 beträgt, steigt es in den Stuhlentleerungen bis auf im Durchschnitt etwa 1 zu 2 an. Je tiefer das Wasser in den Darmkanal nach unten dringt, desto sulfatreicher wird es also. Und daraus müssen wir schließen, daß der Anteil des SO_4 an der Abführwirkung etwas größer sein muß, als seinem Mengenverhältnis im Wasser entspricht.

Das Ergebnis meiner Arbeit kann ich nun folgendermaßen zusammenfassen:

Mit Kochsalz ist es möglich, die gleiche Abführwirkung zu erzielen, wie mit Glaubersalz. Hierfür sind allerdings

sehr hohe Kochsalzdosen erforderlich. Die Schwellendosis liegt bei 10 gr NaCl. Für Glaubersalz fand ich bei den gleichen Versuchspersonen eine Schwellendosis von 5 gr Na_2SO_4. Die angegebenen Werte unterliegen natürlich individuellen Schwankungen. Bei den Versuchen, ob es möglich ist, Glaubersalz durch Kochsalz zu ersetzen, konnte ich feststellen, daß man mit Kochsalz die Schwellendosis für Glaubersalz herabdrücken kann. Umgekehrt ist es aber auch möglich, mit Hilfe der schwer resorbierbaren Sulfat-Ionen die Schwellendosis für Kochsalz herabzudrücken. Diese Tatsache ist für die Verordnung von salinischen Kochsalzwässern bemerkenswert. Durch die in diesen Wässern anwesenden schwer resorbierbaren Ionen wird die Einzeldosis, die für eine Abführwirkung notwendig ist, erheblich herabgedrückt, auch schon bei einem verhältnismäßig geringen Sulfatgehalt.

Wenn auch die ausgeschiedenen Kochsalzmengen bei den wässrigen Entleerungen für die osmotische Bindung des gesamten Wassers nicht ausreichen, sondern der größere Teil des Wassers an die Kolloide der Fäces gebunden ist, so ist dies auf die Resorptionsverzögerung der Chlor-Ionen in den höheren Darmabschnitten, wie es auch bei den Sulfat-Ionen der Fall ist, zurückzuführen.

Die Abführwirkung des Kochsalzes ist also, wenn auch der größere Teil resorbiert wird, dennoch im Sinne der Buchheimschen Theorie zu erklären.

Literatur

Buchheim: Archiv für physiologische Heilkunde, 1854.

Best: Archiv für Verdauungskrankheiten, 19/1913 — Med. Klin. 1913 II.

Frankl, Th.: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 57/1907.

Baur: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 109/1925.

Rademaeker und Sollmann: Archiv int. Pharm. und Ther. 21/1911.

Löb: Handbuch der Biochemie. 1910.

Wallace und Cushny: Pflügers Archiv, 1899.

Mc. Callum: Pflügers Archiv, 104/1905.

Bokai, v.: Schmiedebergs Archiv, 23/1887.

Höber: Pflügers Archiv, 1898/99.

Hay: Journal of Anatomie and Physiologig, 16/1884.

Borodenko: Zeitschrift für Balneologie, 1919.

Kolb, R.: Kongreß für innere Medizin, 1908.

W. Zörkendörfer: Archiv für Verdauungskrankheiten, 53/1933.

Nogaki: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 105, 109/1925.

Wagner: Dissertation Dorpat, 1853.

Lebenslauf

Am 12. November 1910 wurde ich, Carl-Heinz Loth, als Sohn des Baumeisters Oskar Loth zu Weißstein geboren. Nach meiner Volksschulzeit besuchte ich das humanistische Gymnasium zu Waldenburg und das Gymnasium Johanneum in Liegnitz. Dort erwarb ich Ostern 1932 das Zeugnis der Reife. Im Sommersemester 1932 begann ich in Breslau an der Friedrich-Wilhelms-Universität mit dem Studium der Medizin. Nachdem ich die ärztliche Vorprüfung abgelegt hatte, setzte ich in Breslau das klinische Studium fort und bestand im September 1938 die ärztliche Prüfung. Meine Ausbildung während des Medizinalpraktikanten-Jahres begann ich am 1. Oktober 1938 an der Landes-Heil- und Pflegeanstalt in Freiburg in Schles. und beendete sie an der inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Oels in Schlesien. Zur Zeit bin ich als Assistenzarzt an der chirurgischen Abteilung dieses Krankenhauses tätig.